# FYSIKK-OLYMPIADEN 2022 - 2023

## Løsningsforslag til 2. runde

### Oppgave 1

Snorstramningen i vertikalretning (y-retning) er lik tyngden av kula, altså

$$S_y = mg.$$

Snorstramningen i x-retningen blir

$$S_x = \frac{S_y}{\tan 60^\circ} = \frac{mg}{\tan 60^\circ}.$$

Summen av kreftene er $S_x$, altså blir

$$\frac{mg}{\tan 60^\circ} = ma = m\frac{v^2}{r}$$

og

$$r = \frac{v^2 \tan 60^\circ}{g}.$$

Diameteren blir da $D = 2r = 1,4 \cdot 10^2$ m.

### Oppgave 2

Fordi det ikke er friksjon er fartskomponenten parallelt med veggen konstant. Da blir

$$u \sin 30^\circ = v \sin 45^\circ$$

som betyr at

$$v = u\frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \alpha u.$$

Energibevaring gir

$$\frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}mv^2 + E,$$

der $E$ er tapt energi. Videre blir

$$E = \frac{1}{2}mu^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mu^2(1-\alpha^2).$$

Andelen som går tapt blir da

$$\frac{E}{\frac{1}{2}mu^2} = (1-\alpha^2) = 0,50.$$

## Oppgave 3

Bilens effekt er

$$P = 10\frac{\text{mil}}{3600\text{ s}} \cdot 0,53\frac{\text{liter}}{\text{mil}} \cdot 33 \cdot 10^6\frac{\text{J}}{\text{liter}} = 48,6\text{ kW}.$$

Hvis andelen energi som går til kjølevæsken er $\eta = 0,23$, massestrømmen (kg/s) er $m$ og temperaturendringa i kjølevæsken er $\Delta T$ har vi

$$\eta P = mc\Delta T.$$

Volumstrømmen $Q = m/\rho$, og dermed får vi at

$$Q = \frac{\eta P}{\rho c \Delta T} = 0,062\text{ l/s} = 224\text{ l/h}.$$

## Oppgave 4

Sola skinner både på snøen og på steinen. Men snøen er hvit og reflekterer det meste av sollyset. Derfor varmes den ikke så mye opp. Steinen er mørk, og absorberer sollyset godt. Den får høyere temperatur, og sender dermed ut varmestråling. Denne har mye lengre bølgelengde enn det synlige lyset fra sola. Vi ser av grafen at andelen stråling som reflekteres fra snøen synker, og blir tilnærmet null over 1500 nm. Det betyr at snøen absorberer varmestrålinga fra steinen godt, og dermed varmes den opp mer nær steinen enn langt unna. Derfor smelter snøen fortere nær steinen.

## Oppgave 5

Vi kaller strømmen gjennom motstanden på $R_1 = 4{,}0\ \Omega$ for $I_1$, strømmen gjennom motstanden på $R_2 = 5{,}0\ \Omega$ for $I_2$ og strømmen gjennom motstanden på $R_3 = 3{,}0\ \Omega$ for $I_3 = 2{,}0$ A. Vi antar at $I_2$ går mot høyre (om vi antar det motsatte (som er feil) vil vi fremdeles

få riktig svar til slutt, men får mer regning med fortegn.) Fra Kirchoffs 1. lov har vi da at $I_2 = I_1 - I_3$. Videre bruker vi Kirchoffs 2. lov på hver av de to delkretsene. For den venstre (positiv retning med klokka) har vi at

$$12 \text{ V} = R_1 I_1 + R_3 I_3$$

som gir at $I_1 = 1,5$ A. I den høyre kretsen (positiv retning mot klokka) er

$$U = -R_2 I_2 + R_3 I_3 = -R_2(I_1 - I_3) + R_3 I_3 = 8,5 \text{ V}.$$

Polspenningen må altså være 8,5 V.

## Oppgave 6

Uten luftmotstand vet vi fra energibevaring at begge kulene har samme fart i samme høyde. Når vi tar hensyn til luftmotstand må vi sammenlikne arbeidet luftmotstanden gjør langs de to banene, siden dette arbeidet svarer til den mekaniske energien som går tapt i bevegelsen. Kula der luftmotstanden gjør minst arbeid har størst fart. Strekningen krafta virker over er minst for den kula som faller rett ned, og dermed vil arbeidet være minst for den dersom luftmotstanden er den samme i samme høyde for begge kulene. Det virker dermed sannsynlig at kula som faller rett ned får størst fart. Men luftmotstanden er en funksjon av farta, og dersom farta er mindre vil krafta også være mindre. Kula i pendelsnora kan altså muligens kompensere den lengre strekningen med mindre fart, og dermed redusere luftmotstandens arbeid. Men hvis farta er lik ved en gitt høyde vil luftmotstanden være lik, og ser vi på beveglsen til en posisjon litt lavere (så lite forskjell at vi kan regne luftmotstanden som tilnærmet konstant), vil strekningen være størst for kula i snora, og dermed arbeidet større. Dermed bremses den opp mer, og får mindre fart. Derfor er det umulig for kula i snora å holde samme fart som den som faller fritt, og den som faller fritt har størst fart i samme høyde.

## Oppgave 7

Motorsykkelens fart relativt til isen er $v = 70$ km/h $= 19{,}4$ m/s. Luft og rullemotstand er $F_{mot} = 400$ N. Motorsykkelens og motorsyklistens masse er $m_m = 140{,}0$ kg. Metallplatens masse er $m_p = 10{,}0$ kg. Total masse for motorsykkel, motorsyklist og metallplate er $M = m_m + m_p = 150$ kg. Friksjonskoeffisient mellom metallplate og is er $\mu = 0{,}18$. Lengden på metallplaten er $l = 3{,}0$ m.

For at motorsykkelen skal kunne holde konstant fart, må den påvirkes med kraften$F_{mot}$ fra metallplaten. Kraften fra motorsykkelen på platen er like stor som kraften fra platen på

motorsykkelen. Friksjonskraften på platen er derfor $F_f = \mu M g$. Fra Newtons andre lov får vi at $m_p a = F_{mot} - F_f$ der $a$ er platens akselerasjon. Vi får da

$$a = \frac{F_{mot} - \mu M g}{m_p} = 13,51 \text{ m/s}^2.$$

Tiden motorsykkelen bruker på å kjøre over metallplaten er $t$. I løpet av denne tiden beveger metallplaten seg en strekning $\frac{1}{2}at^2$ og motorsykkelen en strekning $tv$. Vi har da at

$$\frac{1}{2}at^2 + vt = l$$

som gir

$$t = -\frac{v}{a} \pm \sqrt{\frac{v^2}{a^2} + \frac{2l}{a}}.$$

Vi er bare interessert i den positive løsningen som er $t = 0{,}147$ s. I løpet av denne tiden flytter metallplaten seg $s = \frac{1}{2}at^2 = 0{,}146$ m. Metallplaten oppnår farten $v_p = at = 1{,}99$ m/s. Platen forflytter seg strekningen $s_{etter}$ etter at motorsykkelen har passert, og vi har at

$$s_{etter} = \frac{0^2 - v_p^2}{-2\mu g} = 1,121 \text{ m}.$$

Total avstand som metallplaten har forflyttet seg blir da $s + s_{etter} = 1,27$ m.